

## Method of connecting parts made from plastic

**Patent number:** DE19712180  
**Publication date:** 1998-09-24  
**Inventor:** SCHOENWAELDER JOACHIM (DE); WIRTZ DIETER (DE)  
**Applicant:** DAIMLER BENZ AEROSPACE AIRBUS (DE)  
**Classification:**  
- **International:** F16B19/04  
- **European:** F16B19/00, F16B9/00, F16B11/00F, F16B21/10  
**Application number:** DE19971012180 19970322  
**Priority number(s):** DE19971012180 19970322

### Abstract of DE19712180

The connecting elements used are made from a fibre reinforced plastics and consist of a bolt (3) and a nut (4) which has an integral spring washer (5). The bolt has grooves in its end so that sharp downward facing ridges (7) in the shape of teeth are formed. The nut has complimentary teeth. The connecting elements are shaped to suit various applications. A resin adhesive is applied to bolt and nut before assembly which is allowed to set after assembly while the integral spring washer of the nut keeps the parts under tension. The tension is applied via a clamping nut provided with an inner toothing which engages with a corresponding outer toothing of the connection element.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY



21 Aktenzeichen: 197 12 180.2  
22 Anmeldetag: 22. 3. 97  
43 Offenlegungstag: 24. 9. 98

71 Anmelder:  
Daimler-Benz Aerospace Airbus GmbH, 21129  
Hamburg, DE

72 Erfinder:  
Schönwälder, Joachim, 21680 Stade, DE; Wirtz,  
Dieter, 21709 Himmelpforten, DE

56 Entgegenhaltungen:  
DE-PS 6 23 911  
GB 21 90 451 A  
WO 93 02 850 A2

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

**54 Verfahren zum Verbinden von Kunststoffbauteilen**

57 Zur Herstellung mechanischer Verbindungen zwischen Bauteilen aus faserverstärktem Kunststoff werden nietenartige Verbindungselemente verwendet, die ihrerseits aus faserverstärktem Kunststoff bestehen und die mit einem unausgehärteten Harz in entsprechende Nietbohrungen der zu verbindenden Bauteile eingesetzt werden. Nachdem die Verbindungselemente mittels Klemmmuttern sowie Federscheiben fixiert und unter Spannung gesetzt werden, wird die Verbindung ausgehärtet.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung mechanischer Verbindungen zwischen Bauteilen aus Kunststoffen mittels nietenartiger Verbindungselemente aus Kunststoff, insbesondere zum Verbinden von flächigen Bauteilen aus faserverstärktem Kunststoffen. Ferner betrifft sie eine Vorrichtung zur Durchführung eines solchen Verfahrens.

Zur Schaffung mechanischer Verbindungen zwischen Bauteilen aus Kunststoff werden neben Klebeverbindungen vielfach auch Nietverfahren eingesetzt, häufig in Kombination mit einem Verkleben der zu fügenden Bauteile. So ist es insbesondere aus dem Bereich des Flugzeugbaus bekannt, feste, d. h. unlösbare Montageverbindungen von Bauteilen aus faserverstärktem Kunststoff mittels Schraubpaßnieten herzustellen, die, je nach der Zugänglichkeit der Verbindungsstelle entweder als Paßbolzen oder als Blindniet eingesetzt werden. Die Nieten bestehen zumeist aus Titan bzw. seinen Legierungen, aus hochfesten nichtrostenden Stählen oder aber aus Nickelbasislegierungen, wie beispielsweise Monel, bisweilen auch aus Kombinationen der vorgenannten Werkstoffe.

In der Regel werden metallene Nieten in entsprechend vorbereitete Paßbohrungen eingeschlagen oder eingepreßt, wobei die eintretende Stauchung und die damit verbundene Aufweitung der Nieten zu einem vollständigen Ausfüllen der Bohrung führen soll. Bei diesem Stauchvorgang entstehen diffuse Spannungszustände in den zusammengefügt Bauteilen, die bei Faserverbundstrukturen trotz der Preßwirkung der Nietköpfe zu partiellen Delaminationen, d. h. dem Trennen benachbarter Faserlagen, führen können. Aus diesem Grund werden im Bereich des Flugzeugbaus mit faserverstärkten Bauteilen praktisch ausschließlich die bereits erwähnten Schraubpaßnieten in Form von Paß- oder Blindbolzen verwendet, wobei bei der Auslegung dieser Verbindungen die Scherfestigkeit der verwendeten Bolzen zugrunde gelegt wird.

Voraussetzung für eine ausreichend lange Lebensdauer einer solchen Verbindung ist eine möglichst enge Passung zwischen Bohrung und Bolzen. In der Praxis werden die Bohrungen für die Paßbolzen nach dem Einbringen in einem zweiten Arbeitsgang aufgerieben. Sollen glatte Außenflächen der zu verbindenden Bauteile erzielt werden, werden Bolzen verwendet, die mit einem Senkkopf versehen sind, und die Bohrungen werden mit engen Toleranzen nachge-  
senkt.

Neben diesem aufwendigen Fertigungsprozeß und vergleichsweise hohen Einzelteilkosten bergen derartige Verbindungen faserverstärkter Kunststoffbauteile mittels metallener Verbindungselemente stets auch eine potentielle Korrosionsgefahr in sich, die aus der Verwendung einer ungleichen Werkstoffpaarung resultiert. Hinzu kommt die Problematik unterschiedlicher Wärmeausdehnung, die beispielsweise bei Stahl um etwa den Faktor 10 höher ist als bei faserverstärktem Kunststoff und die bei möglichen Temperaturunterschieden von bis zu 130°C an den Außenflächen von Flugzeugen über längere Zeitspannen zu einem Lockern der Verbindungen führen kann. Diese unterschiedlichen Wärmeausdehnungen und die grundsätzlich beim Fügen mit metallenen Bolzen vorhandene Spalte machen beispielsweise bei Treibstoff führenden Flächentanks aufwendige Dichtmaßnahmen erforderlich, die zudem im Betrieb häufig wiederholt werden müssen. Übersteherde Bolzenköpfe oder zu tiefe Senkungen bzw. umlaufende Spalte können außerdem im Flug Luftwirbel erzeugen und damit den aerodynamischen Widerstand der Flugzeugaußenhaut vergrößern.

Nachteilig bei derartigen Verbindungen ist ferner das

hohe Gewicht der metallenen Nieten und die Möglichkeit verschiedenster Fertigungsfehler, wie z. B. nicht anliegende Setzköpfe und Schließringe, deformierte Setzköpfe, Spalte an den Setzköpfen, Risse in den Schließringen oder Abweichungen in den Senkungen. All diese Fehlerquellen erfordern aufwendige Nacharbeiten, wobei diese Maßnahmen zudem melde- und genehmigungspflichtig sind.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung mechanischer Verbindungen zwischen Bauteilen aus Kunststoffen anzugeben, das einfach, preisgünstig und fehlertolerant in der Durchführung ist und das zu dauerhaften und korrosionsbeständigen Verbindungen führt. Weiterhin ist es Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Durchführung eines derartigen Verfahrens anzugeben.

Die Erfindung löst die erste Aufgabe durch ein Verfahren gemäß dem Gattungsbegriff, bei dem die Verbindungselemente aus faserverstärktem Kunststoff verwendet werden, die mit einem unausgehärteten Harz, dessen Zusammensetzung in etwa der Matrix der zu fügenden Bauteile entspricht, in Bohrungen eingesetzt werden, die in die zu fügenden Bauteile eingebracht sind und daß die Verbindung anschließend unter Spannung ausgehärtet wird. Die Lösung der weiteren Aufgabe erfolgt durch ein Verbindungselement mit den kennzeichnenden Merkmalen des Patentanspruchs 4.

Zwar ist es aus der Veröffentlichung "Gestalten von Kunststoff-Formteilen", H. Schönewald, Zeitschrift "Der Konstrukteur", Heft 3, 1980, Seite 24, bereits bekannt, Kunststoffe mittels Kunststoffnieten miteinander zu verbinden, jedoch sieht dieses bekannte Verfahren vor, daß das Verbinden mit Kunststoffnieten durch Kalt- oder Warmstauchen erfolgt.

Das erfindungsgemäße Verfahren besitzt eine Vielzahl von Vorteilen. So müssen die in die zu verbindenden Bauteile eingebrachten Bohrungen vor dem Verbindungsvorgang nicht nachgearbeitet werden, vielmehr verbessert die Rauigkeit der Oberflächen, die beim Setzen der Verbindungselemente als Klebeflächen dienen, die Haftwirkung. Bei der Schaffung glatter Außenkonturen entfällt das vorherige Senken der Bohrlöcher für die Verbindungselemente, da überstehende Teile nach dem Aushärten auf einfache Weise entfernt bzw. plangeschliffen werden können. Aufgrund der einfachen Herstellungsmöglichkeiten für die Verbindungselemente nach der Erfindung, beispielsweise durch Extrudieren oder sogenanntes Injection Moulding, verringern sich deren Produktionskosten erheblich.

Da die zu verbindenden Komponenten mittels artgleicher Verbindungselemente zusammengefügt werden und die Klebeverbindung zudem mit artgleichem Harz erfolgt, ist zugleich eine Korrosionsgefährdung ausgeschlossen. Gleiches gilt für das Problem unterschiedlicher Wärmeausdehnung, das bei dem erfindungsgemäßen Verbindungsverfahren von vornherein ausgeschlossen ist. Hinzu kommt, daß bei artgleichen geklebten Verbindungen, wie sie das Verfahren nach der Erfindung vorsieht, eine ausreichende Festigkeit auch ohne die sonst erforderliche Stoffschlüssigkeit beispielsweise von Klemmuttern gewährleistet ist. Schließlich ergibt sich bei dem erfindungsgemäßen Verbindungsverfahren eine einfache Überprüfungsmöglichkeit für die Güte der erzielten Verbindung, die dadurch gegeben ist, daß das Ausstreifen von Klebstoff an beiden Enden der Bohrung für das Verbindungselement ein zuverlässiges Indiz dafür ist, daß der Spalt zwischen der Bohrung und dem Verbindungselement vollständig mit Klebstoff gefüllt ist.

Nachfolgend soll die Erfindung anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Verbindung als Standardnietverbindung zwischen zwei Bauteilen aus faserverstärktem Kunststoff,

mittels eines zylindrischen Paßbolzens bei beidseitiger Zugänglichkeit der Bohrung,

Fig. 2 eine zweite Verbindung als Blindnietverbindung zwischen derartigen Bauteilen, mittels einer Paßhülse und eines Kegelbolzens bei einseitiger Zugänglichkeit der Bohrung,

Fig. 3 und Fig. 4 je ein Verbindungselement,

Fig. 5 und Fig. 6 Verbindungselemente in teilweise geschnittenen Darstellungen,

Fig. 7 und Fig. 8 eine Paßhülse gemäß der Anordnung nach Fig. 2 in Schnittdarstellung und in Draufsicht,

Fig. 9 und Fig. 10 eine Klemmutter in Schnittdarstellung und Draufsicht,

Fig. 11 eine Schnittdarstellung einer Anordnung zum Setzen von Verbindungselementen und

Fig. 12 eine vergrößerte Darstellung eines Setzvorganges.

Die in Fig. 1 dargestellte Anordnung zeigt zwei Platten 1 und 2 aus faserverstärktem Kunststoff, die durch ein Verbindungselement 3 in Form eines Paßbolzens miteinander verbunden sind. Der Paßbolzen 3 wird durch eine Klemmutter 4 mit integrierter Federscheibe 5 in seiner Position im Inneren einer sich durch beide Platten 1 und 2 erstreckenden Bohrung 6 gehalten, wobei Paßbolzen 3 und Klemmutter 4 durch Verzahnungen 7, 8 kraft- und formschlüssig miteinander verbunden sind. Der Paßbolzen 3 ist mit einem Klebstoff 9 in die Bohrung 6 eingesetzt, der insbesondere die Hohlräume zwischen dem Paßbolzen 3 und der Bohrung 6 bzw. der Klemmutter 4 ausfüllt und der im Bereich des Setzkopfes 10 des Paßbolzens 3 sowie der Federscheibe 5 ausgetreten ist.

Sowohl der Paßbolzen 3 als auch die Klemmutter 4 sowie die an diese angeformte Federscheibe 5 bestehen aus einem faserverstärkten Kunststoff, wobei die Verstärkungsfasern im Fall des hier beschriebenen Ausführungsbeispiels aus Kohlenstoff bestehen. Der Klebstoff 9 besteht aus der gleichen Harzmischung, die auch die Matrix für den Paßbolzen 3 bildet. Beide Werkstoffe sind bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel artgleich mit den für die zu verbindenden Bauteile 1 und 2 verwendeten.

Die gleichen Werkstoffe werden auch für die in Fig. 2 gezeigten Anordnung verwendet. Auch hier sind zwei Füge-teile in Form faserverstärkter Kunststoffplatten 11 und 12 mittels eines Verbindungselementes 13 zusammengefügt, das ebenfalls aus faserverstärktem Kunststoff besteht und das wieder durch eine Klemmutter 14 mit angeformter Federscheibe 15, beide aus dem gleichen Werkstoff wie das Verbindungselement 13, sowie durch Klebstoff 19 in seiner Einbauposition fixiert ist. Das Verbindungselement 13 für die in diesem Fall als Blindniet ausgeführte Verbindung wird von einem Kegelbolzen gebildet. Letzterer ist bei dieser Anordnung zusammen mit einer Paßhülse 18 in eine sich durch beide Füge-teile 11 und 12 erstreckende Bohrung 16 eingesetzt, wobei auch diese Paßhülse 18 aus dem gleichen faserverstärktem Kunststoff besteht.

In den Fig. 3 und 4 sind nochmals die Verbindungselemente 3 bis 13 dargestellt, die bei den in Fig. 1 und 2 gezeigten Anordnungen Verwendung finden. Fig. 3 zeigt dabei einen Paßbolzen, der sich aus den Komponenten Setzkopf 10, Bolzenschaft 20, Taille 21, Außenverzahnung 7, Sollbruchstelle 22, Zugschaft 23 sowie Zugkopf 24 zusammensetzt. In die Außenverzahnung 7 sind außerdem Schlitz 25 eingebracht. Der Bolzenschaft 20 des aus faserverstärktem Kunststoff bestehenden Paßbolzens 3 ist gegenüber der Bohrung 6 in den zu fügenden Komponenten 1 und 2 mit leichtem Untermaß ausgeführt, seine Oberfläche ist definiert angeraut. Oberhalb der auf die zugehörige Klemmutter 4 abgestimmten Außenverzahnung 7 ist der Schaft eingezogen und weist eine scharfe Kerbe 22 auf, die bei Überschreiten der Festig-

keit der Festfläche als Sollbruchstelle fungiert. Der Zug-schaft 23 endet in einem Zugkopf 24, der, wie in Fig. 11 gezeigt, von einem Nietsetzer erfaßt werden kann.

Die radial umlaufende Außenverzahnung 7 weist einen steileren Flankenwinkel auf als die entsprechende Innenverzahnung 8 der Klemmutter 4, wie deutlich anhand von Fig. 1 zu erkennen ist. Die achsparallel verlaufenden Schlitz 25 bewirken, daß nach dem Aufpressen der Klemmutter 4 der zwischen den beiden Verzahnungen 7 und 8 verbleibende Bereich entlüftet wird und der überschüssige Klebstoff aus diesem Bereich austreten kann.

Um einen solchen Paßbolzen auch für Verbindungen einsetzen zu können, bei denen eine hohe Scherfestigkeit gefordert wird, ist bei dem in Fig. 5 dargestellten Ausführungsbeispiel dieses Verbindungselementes zusätzlich ein Scherstift 46 vorgesehen, der aus hochfestem Stahl oder Titan bzw. einer Titanlegierung besteht. Dieser Scherstift 46 ist mit Klebstoff 47 in eine zylindrische Bohrung 48 des Bolzenschaftes 40 eingesetzt. Der Scherstift 46 weist seinerseits eine in axialer Richtung verlaufende Durchgangsbohrung 49 auf, durch die der Klebstoff 47 beim Einpressen des Scherstiftes 46 in die als Sacklochbohrung ausgeführte Bohrung 48 aus dem oberen Endbereich dieser Bohrung heraustreten kann.

Die in den Fig. 4 und 6 dargestellten Verbindungselemente stellen jeweils Kegelbolzen dar, wie sie in der in Fig. 2 gezeigten Verbindung in Form einer Blindnietung verwendet werden. Diese Kegelbolzen wirken dabei zusammen mit einer Paßhülse, die im Detail in den Fig. 7 und 8 gezeigt ist. Die Kegelbolzen bestehen, wie auch die vorangehend beschriebenen Paßbolzen, aus faserverstärktem Kunststoff, dessen Harz/Faser-Kombination jeweils entsprechend den zu fügenden Bauteilen ausgewählt ist. Der Schaft 30 bzw. 50 dieses Kegelbolzens läuft unter einem vergleichsweise kleinen Winkel gegenüber der Längsachse konisch in Richtung auf eine Taille 31 zu. Dadurch ist sichergestellt, daß beim Einziehen dieses Bolzens in eine Paßhülse 18, wie in Fig. 2 dargestellt, eine ausreichende Selbsthemmung eintritt. Die Oberfläche des Bolzenschaftes 30 bzw. 50 sowie der Taille 31 ist auch in diesen Fällen wieder rauh ausgeführt, um eine gute Klebewirkung zu erzielen. An dem der Taille 31 abgewandten Ende des Bolzenschaftes 30 weist die Kegelbolzen eine Einschnürung 36 auf, die in Verbindung mit dem sich daran anschließenden Kopf 37 bewirkt, daß beim Einziehen eines solchen Kegelbolzens in die zugehörige Paßhülse 18, wie in Fig. 2 dargestellt, deren aus der Bohrung 16 heraustretende Schaftsegmente aufgespreizt werden und mit dem Bolzenkopf 37 eine formschlüssige Verbindung bilden. Der Bolzenkopf 37 weist einen zylindrischen Bereich auf, dessen Durchmesser nur geringfügig kleiner als der Durchmesser der in den zu verbindenden Komponenten 11 und 12 eingebrachten Bohrung 16 ist. Dadurch wird beim Einsetzen der aus Kegelbolzen 13, Paßhülse 18 sowie Klemmutter 14 bestehenden Kombination in diese Bohrung 16 eine feste Schiebebpassung erreicht.

Ebenso wie die in den Fig. 3 und 5 dargestellten Paßbolzen weisen auch die Kegelbolzen oberhalb der Taille 31 eine radial umlaufende Außenverzahnung 17 auf, in die wieder um in axialer Richtung verlaufende Schlitz 35 eingebracht sind. Oberhalb der Außenverzahnung schließen sich eine Sollbruchstelle in Form einer scharfen Kerbe 32, ein Zug-schaft 33 sowie ein Zugkopf 34 an.

Wie in Fig. 6 gezeigt, können auch die Kegelbolzen durch einen eingesetzten metallenen Scherstift 56 in ihrer Scherfestigkeit erhöht werden. Auch hier ist der mit einer Durchgangsbohrung 59 versehene Scherstift 56 so in eine mit Klebstoff 57 gefüllte Sacklochbohrung 58 des Bolzenschaftes 50 eingesetzt, daß er vollständig vom Klebstoff 57 einge-

geschlossen ist.

Die Fig. 7 und 8 zeigen Darstellungen einer Paßhülse, wie sie zusammen mit den vorangehend beschriebenen Kegelbolzen Verwendung findet. Die Paßhülse besteht im einzelnen aus einem Paßhülsenkopf 60, der im Fall des hier gezeigten Ausführungsbeispiels zusätzlich mit einem Rezeß 61 versehen ist, sowie einem Paßhülsenmantel 62. Letzterer weist bei einer zylindrischen Außenform eine vom Paßhülsenkopf 60 her kontinuierlich abnehmende Wandstärke auf, wobei der größte Teil des Paßhülsenmantels 62 mit in axialer Richtung verlaufenden, über den Umfang aquidistant angeordneten Schlitten 63 versehen ist, die das dem Paßhülsenkopf 60 abgewandte Ende dieses Paßhülsenmantels 62 in einzelne Segmente 64 untergliedern. Seine Außenfläche weist eine definierte Oberflächenrauigkeit auf.

Die in den Fig. 9 und 10 dargestellte Klemmutter findet in gleicher Weise beim Setzen von Paßbolzen wie von Kegelbolzen Verwendung. Sie besteht aus einem Mutterkopf 70, in dessen Innerem im Anschluß an einen Freistich 71 eine Innenverzahnung 8 vorgesehen ist. An den Mutterkopf 70 ist eine sich konisch erweiternde Federscheibe 5 angeformt. Wie die Außenverzahnung der Paß- und Kegelbolzen, so ist auch die Innenverzahnung 8 der Klemmutter mit in axialer Richtung verlaufenden Schlitten 72 ausgestattet. Diese dienen dem gleichen Zweck wie die entsprechenden Schlitten an den Paß- und Kegelbolzen, indem sie bewirken, daß nach dem Aufpressen der Klemmutter eine Entlüftung stattfindet und der Klebstoff herausgedrückt wird. Die Innenverzahnung 8 der Klemmutter weist einen flacheren Flankenwinkel auf als die Außenverzahnung der Paß- und Kegelbolzen.

Anhand der Fig. 11 und 12 soll das Verfahren des Verbindens von Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen mit Hilfe der vorangehend beschriebenen Verbindungselemente erläutert werden. Sämtliche dabei verwendeten Verbindungselemente bestehen aus den gleichen Werkstoffen wie die zu fügenden Bauteile, d. h. im Fall der hier beschriebenen Anwendung aus einer kohlenstoffaserverstärkten Harzmatrix, wobei die Verstärkung entweder aus gerichteten oder aus Kurzfasern besteht. Die Harzmatrix, die zugleich den Klebstoff für die Verbindungselemente bildet, härtet in diesem Fall bei etwa 180°C aus.

Für den Setzvorgang der Verbindungselemente in die zu fügenden Bauteile 81 und 82 aus faserverstärktem Kunststoff wird ein Setzwerkzeug 90 verwendet, das zum Teil in Fig. 11 zu erkennen ist. Im Inneren eines zylindrischen Schaftes 91 ist bei diesem Werkzeug ein Zughaken 92 in axialer Richtung beweglich gehalten. Dieser Zughaken 92 weist eine Zahnung auf, die hinter eine entsprechende Außenverzahnung am Zugkopf 93 des zu setzenden Verbindungselementes, in diesem Fall eines Kegelbolzens 83, greift.

Nachdem die miteinander zu verbindenden Oberflächenbereiche der beiden Bauteile 81 und 82 entfettet und zusammengefügt worden sind, werden zunächst Heftbohrungen gesetzt und die zu verbindenden Bauteile durch Heftstifte miteinander fixiert. Anschließend werden die Bohrungen 86 entsprechend dem Durchmesser der zu verwendenden Verbindungselemente 83 trocken aufgebohrt, und die Bohrungen werden mit Klebstoff 89 benetzt. Der für die Verbindung vorgesehene Kegelbolzen 83, die zugehörige Paßhülse 88 sowie die Klemmutter 84 werden entfettet, die Paßhülse 88 und der Schaft des Kegelbolzens 83 werden mit Klebstoff benetzt und die Paßhülse über den Kegelbolzen 83 geschoben. Nachfolgend wird der Kegelbolzen 83 zusammen mit der Paßhülse 88 in das Setzwerkzeug 90 geladen und die Paßhülse 88 wird von außen mit Klebstoff benetzt. Die Paßhülse 88 wird mit dem Setzwerkzeug 90 in die Bohrung 86 eingeführt und das Setzwerkzeug 90 wird an die Oberfläche

des oberen der zu verbindenden Bauteile 81, 82 angepreßt. Wie die Figur zeigt, dient der am Paßhülsenkopf vorgesehene Rezeß dabei als Aufnahme für den Niederhalter des Setzwerkzeuges 90.

Nach dem Auslösen des Setzwerkzeuges wird über den am Zugkopf 93 angreifenden Zughaken 92 der Kegelbolzen 83 in die Paßhülse 88 gezogen. Zugleich wird durch einen gegenläufigen Kolben 94 die Klemmutter 84 über die Verzahnung 87 gepreßt, wobei sich die integrierte Federscheibe 85 abflacht und so die Verbindung unter Spannung setzt. Dieses Detail ist schematisch in Fig. 12 verdeutlicht. Der Schaft des Kegelbolzens 83 weitet die geschlitzte Paßhülse 88 auf und bringt die Segmente an der Bohrungswand zur Anlage, dabei werden die Schlitten mit Klebstoff verpreßt. Die nach innen überstehenden Enden der Paßhülsesegmente werden aufgespreizt und bilden eine formschlüssige Verbindung mit dem Paßhülsenkopf, die den Transport des nunmehr hergestellten Verbundes zum Aushärten ermöglicht, ohne daß die Gefahr des Lösens der Verbindung besteht.

Bei fortgesetzter Betätigung des Setzwerkzeuges 90 reißt bei Überschreiten der vorgegebenen Zugkraft der Zugkopf 93 des Kegelbolzens 83 an der Sollbruchstelle ab. Nachdem noch der ausgetretene Klebstoff 89 entfernt wurde, kann der Setzvorgang an anderer Stelle wiederholt werden. Wenn alle Verbindungselemente auf diese Weise gesetzt sind, wird die Verbindung bei der vorgesehenen Temperatur und Haltezeit ausgehärtet und erreicht damit ihre Endfestigkeit.

Auf analoge Weise wie vorangehend beschrieben erfolgt das Setzen von Paßbolzen als Verbindungselemente. In diesem Fall wird der Bolzen allerdings zunächst von der dem Setzwerkzeug abgewandten Außenseite der fügenden Bauteile her in die dafür vorgesehene Bohrung eingesetzt, bevor zunächst die Klemmutter und anschließend das Setzwerkzeug aufgesetzt werden und die Verbindung durch Aufpressen der Klemmutter mit integrierter Federscheibe unter Spannung gesetzt wird.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung mechanischer Verbindungen zwischen Bauteilen aus Kunststoffen mittels nietenartiger Verbindungselemente aus Kunststoff, insbesondere zum Verbinden von flächigen Bauteilen aus faserverstärkten Kunststoffen, **dadurch gekennzeichnet**, daß Verbindungselemente (3, 13, 83) aus faserverstärktem Kunststoff verwendet werden, die mit einem unausgehärteten Harz, dessen Zusammensetzung in etwa der Matrix der zu fügenden Bauteile (1, 2, 11, 12, 81, 82) entspricht, in Bohrungen (6, 16, 86) eingesetzt werden, die in die zu fügenden Bauteile (1, 2, 11, 12, 81, 82) eingebracht sind und daß die Verbindung anschließend unter Spannung ausgehärtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung über eine Klemmutter (4, 15, 84) aufgebracht wird, die mit einer Innenverzahnung (8) versehen ist, welche mit einer entsprechenden Außenverzahnung (7, 17) des Verbindungselementes (3, 13, 83) in Eingriff bringbar ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Harz aus einem duroplastischen Epoxidharz besteht.
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 in Form eines aus einem Kunststoff bestehenden nietenartigen Verbindungselementes, dadurch gekennzeichnet, daß das Verbindungselement (3, 13, 83) aus einer Harzmatrix mit einem hohen Faseranteil besteht.

5. Verbindungselement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern zumindest teilweise ausgerichtet sind.
6. Verbindungselement nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern als Kurzfasern in die Harzmatrix eingebettet sind. 5
7. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Fasern aus Kohlenstoff bestehen.
8. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß es einen Bereich aufweist, der aus der in die zu fügenden Bauteile (1, 2, 11, 12, 81, 82) eingebrachte Bohrungen (6, 16, 86) herausragt und der mit einer Außenverzahnung (7, 17, 87) versehen ist. 10 15
9. Verbindungselement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß oberhalb der Außenverzahnung (7, 17, 87) eine Sollbruchstelle in Form einer umlaufenden Kerbe (22, 32) sowie ein sich daran anschließender Zugkopf (24, 34) vorgesehen sind. 20
10. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 4 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß es als Paßbolzen (3) mit einem zylindrischen Bolzenschaft (20, 40) versehen ist.
11. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 4 bis 9, daß es als Kegelbolzen (13, 83) mit einem sich konisch verjüngenden Schaft (30, 50) ausgebildet ist. 25
12. Verbindungselement nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß es in eine Paßhülse (18, 88) einsetzbar ist, deren Innenform der Außenform des Schaftes (30, 50) angepaßt ist und die eine zumindest bereichsweise zylindrische Außenform aufweist. 30
13. Verbindungselement nach einem der Ansprüche 4 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß in eine innere axiale Bohrung (48, 58) des Bolzenschaftes (40, 50) ein aus einem metallenen Werkstoff bestehender Scherstift (46, 56) eingesetzt ist. 35
14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß auf die Außenverzahnung (7, 17, 87) eine mit einer entsprechenden Innenverzahnung (8, 88) versehene Klemmutter (4, 14, 84) aufsetzbar ist. 40
15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß an die Klemmutter (4, 14, 84) eine sich konisch erweiternde Federscheibe (5, 15, 85) einstückig angeformt ist. 45
16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Klemmutter (4, 14, 84) aus dem gleichen Werkstoff wie das Verbindungselement (3, 13, 83) besteht. 50

---

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

---

55

60

65

- Leerseite -

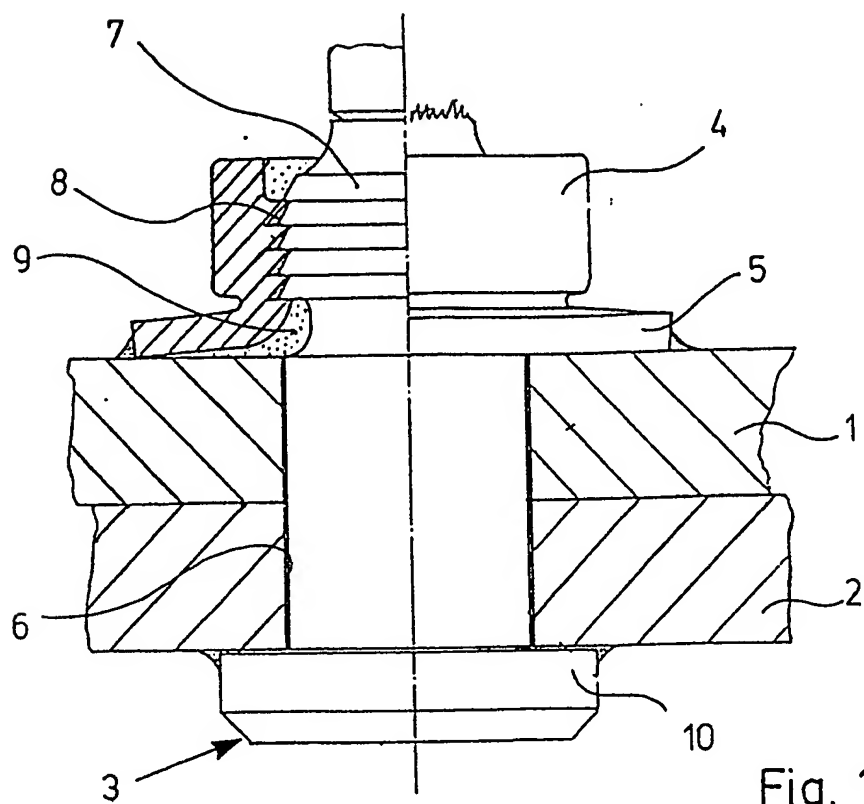


Fig. 1

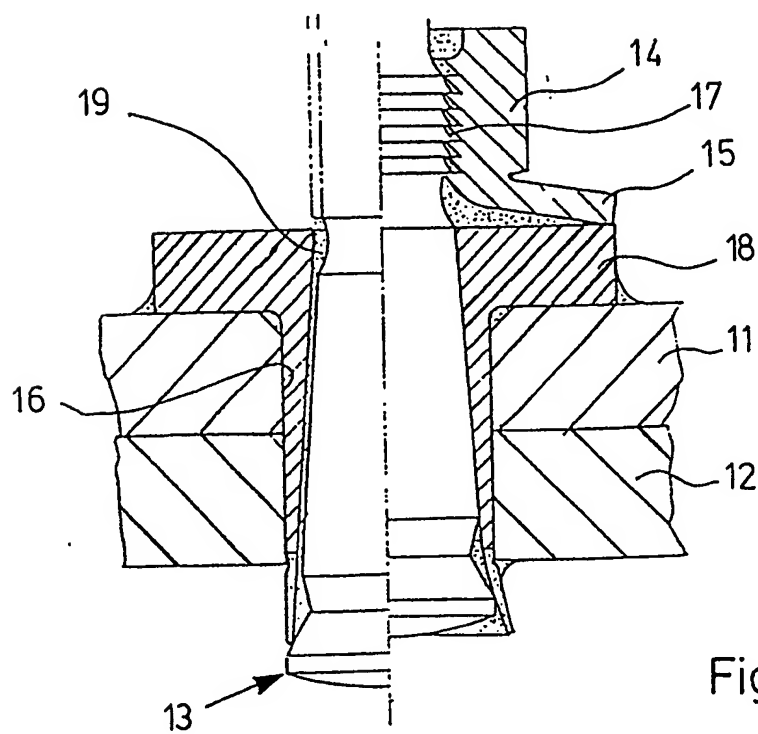


Fig. 2



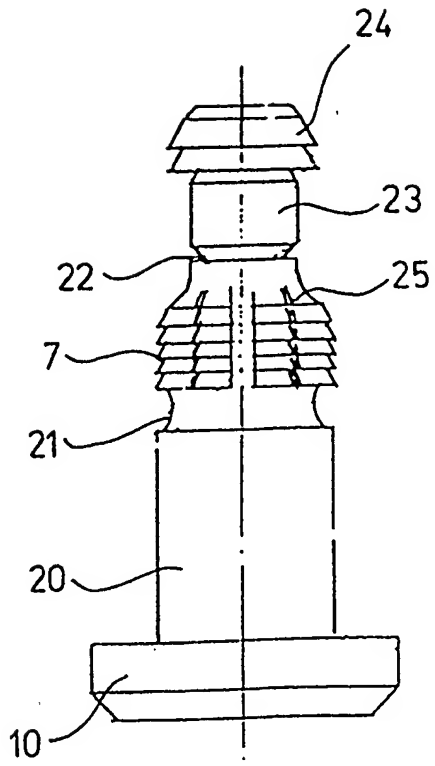


Fig. 3

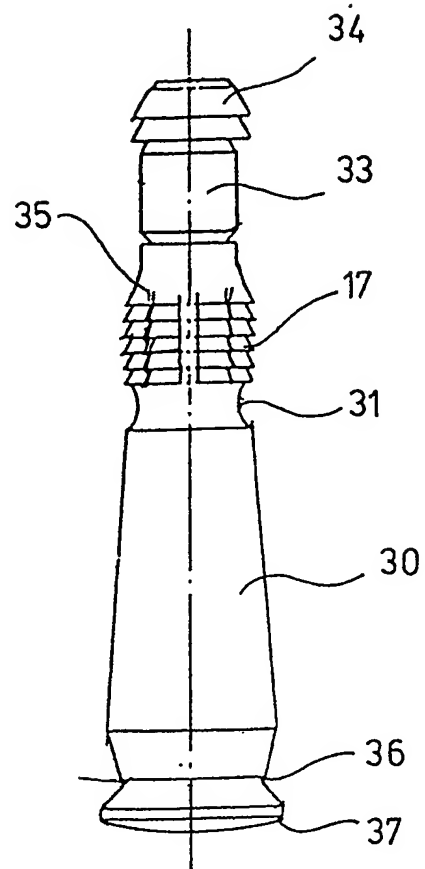


Fig. 4

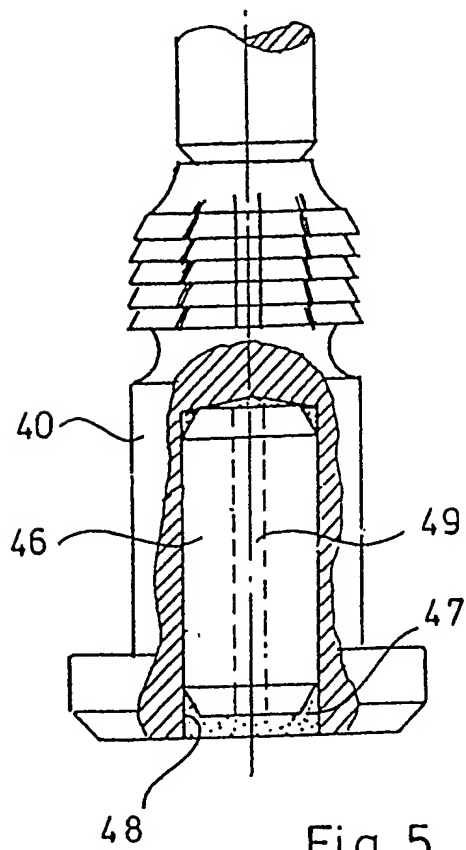


Fig. 5

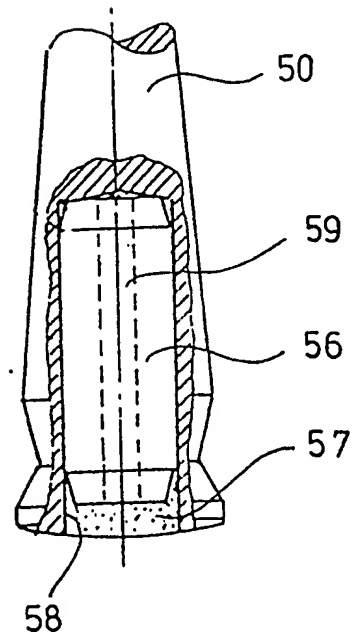


Fig. 6

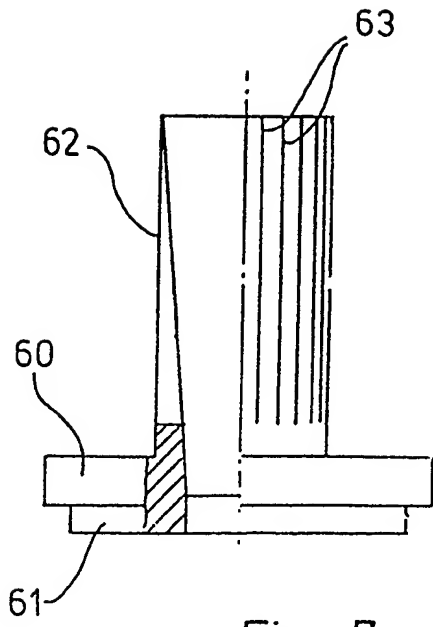


Fig. 7

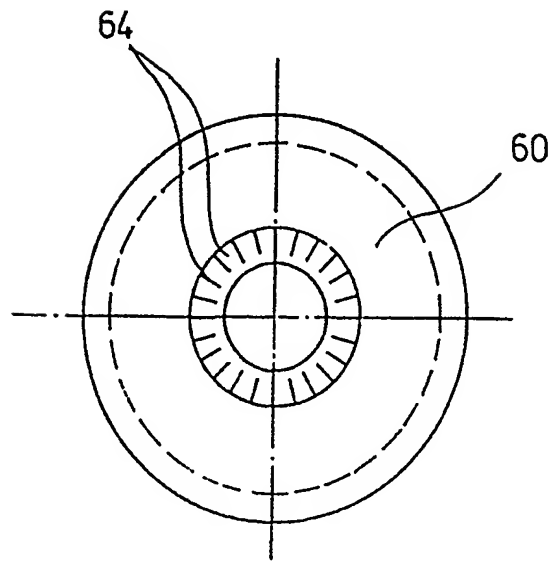


Fig. 8

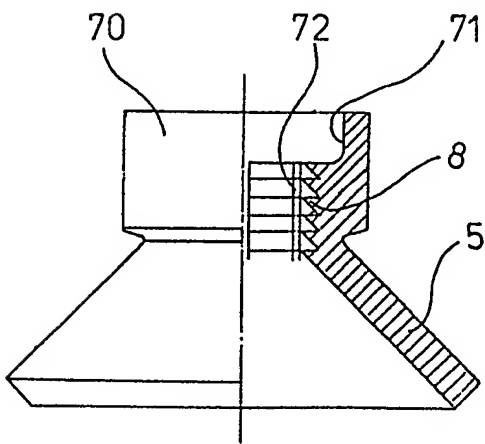


Fig. 9

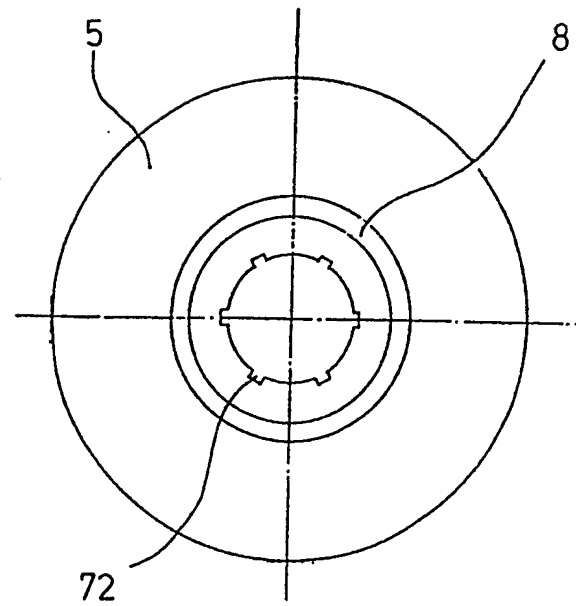


Fig. 10

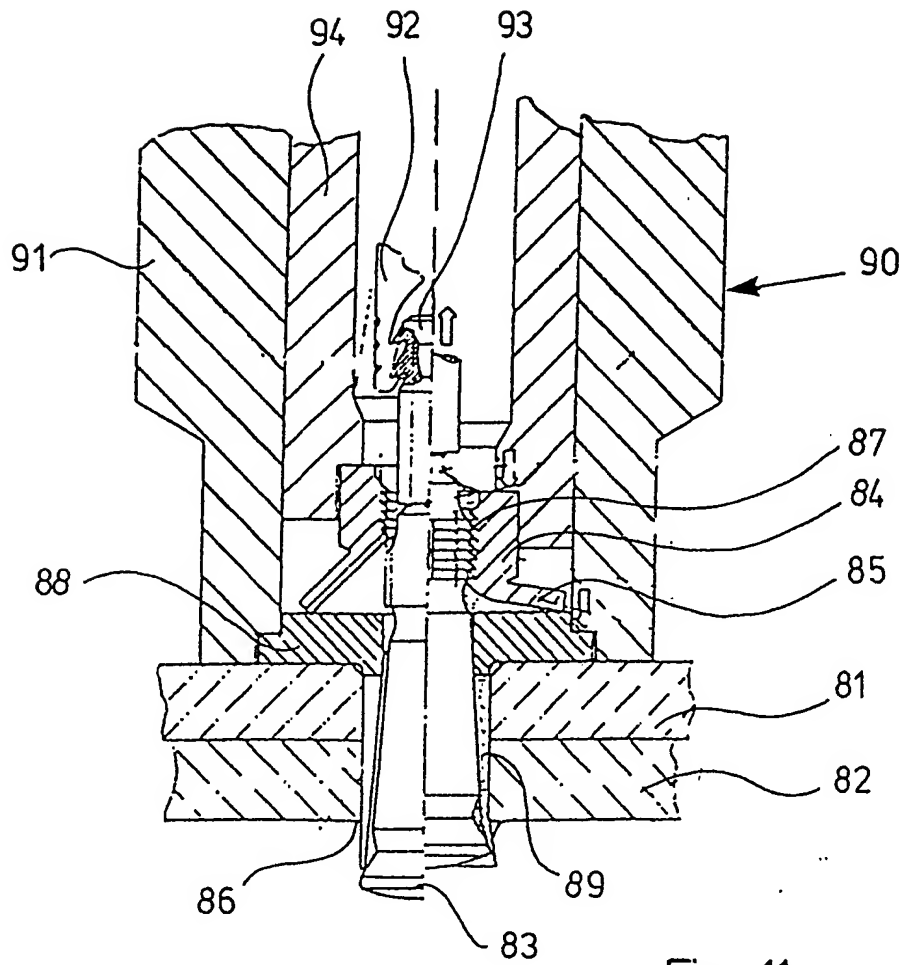


Fig. 11

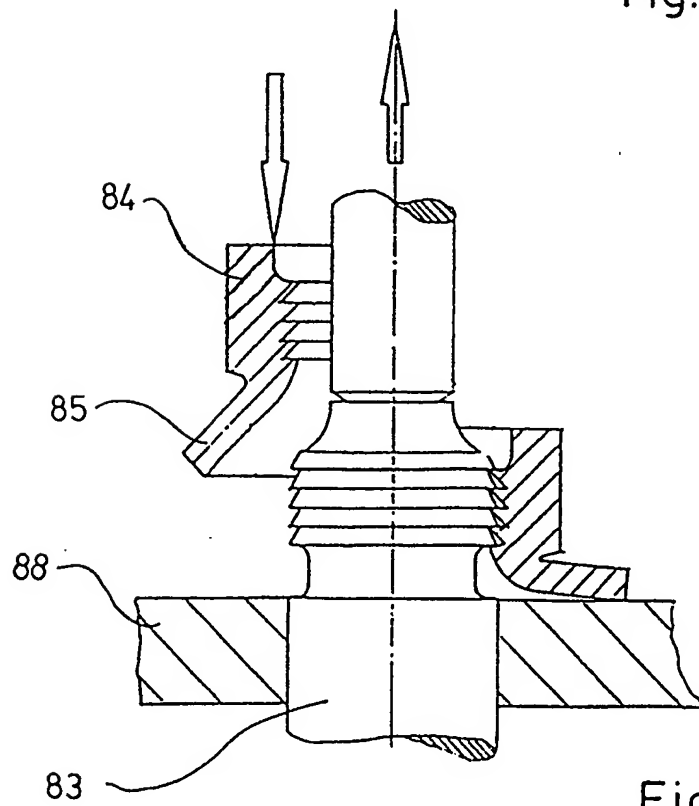


Fig. 12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**